

4

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-283825

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/103

H01L 31/107

H01S 3/133

(21)Application number : 08-096931

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 18.04.1996

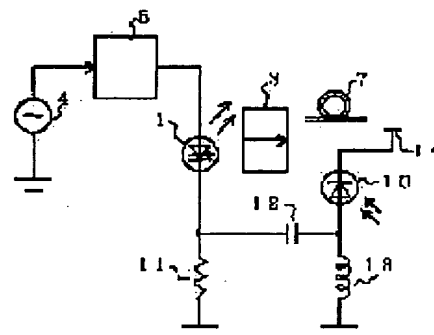
(72)Inventor : SHIBANO AKIRA
MATSUDA SEIJI

(54) LIGHT-EMITTING CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sufficient negative feedback gain by a method wherein output beams of laser are two-divided, one output beams are introduced into an optical fiber, and a capacitor is inserted between an anode of an avalanche photodiode to which a DC bias current is applied via a high frequency choke coil and a cathode of a semiconductor laser.

SOLUTION: Output beams from a semiconductor laser 1 driven by a semiconductor laser drive circuit 5 are supplied to an optical fiber 7 through an optical fiber coupling system 3, but the part is input to an avalanche diode 10. A reverse bias voltage is applied to the avalanche diode 10 via a high frequency choke coil 13 by a reverse bias power source 14. Thereby, photoelectrons generated by incident beams are redoubled. A high frequency component of a current generated thereby flows to the semiconductor laser 1 and a feedback resistor 11 via a capacitor 12 so that negative feedback are performed to the output beams of the semiconductor laser 1, a photoelectric conversion rate of the diode 10 is increased and a sufficient negative feedback gain can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/103			H 0 1 S 3/103	
H 0 1 L 31/107			3/133	
H 0 1 S 3/133			H 0 1 L 31/10	B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

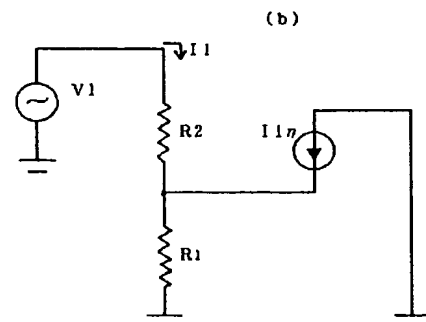
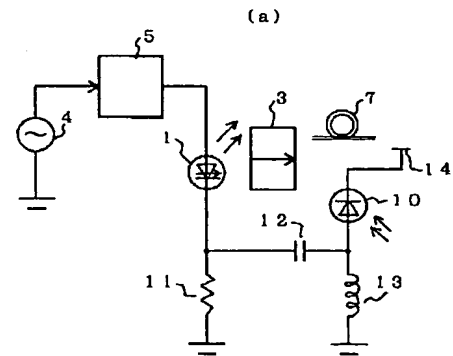
(21) 出願番号	特願平8-96931	(71) 出願人	000001122 国際電気株式会社 東京都中野区東中野三丁目14番20号
(22) 出願日	平成8年(1996)4月18日	(72) 発明者	柴野 朗 東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際 電気株式会社内
		(72) 発明者	松田 成司 東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際 電気株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 高崎 芳紘

(54) 【発明の名称】 発光回路

(57) 【要約】

【課題】 非線形歪みが少なく、かつ高い周波数でも安定して動作するアナログ光通信用の発光回路を実現する。

【解決手段】 半導体レーザ1の出力光の一部をアバランシェフォトダイオード10へ入力し、そのアバランシェフォトダイオード10の出力高周波成分を負帰還用抵抗器11へ流すことにより半導体レーザ1駆動電流に負帰還をかけ、半導体レーザ1による電気光変換の線形性を向上される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印加されるように接続された負帰還用抵抗器と、
前記半導体レーザの出力光を2分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
から成る発光回路。

【請求項2】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印加されるように接続された高周波チョークコイルと、
前記半導体レーザの出力光を2分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、負帰還用抵抗器を介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
から成る発光回路。

【請求項3】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、
前記半導体レーザの一つの端面からの出力光を光ファイバへ導く光結合手段と、
前記半導体レーザのもう一つの端面からの出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
から成る発光回路。

【請求項4】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された高周波チョークコイルと、
前記半導体レーザの一つの端面からの出力光を光ファイバへ導く光結合手段と、
前記半導体レーザのもう一つの端面からの出力光を入力とするところの、負帰還用抵抗器を介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
から成る発光回路。

【請求項5】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、
前記半導体レーザの出力光を3分割してその1つの出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
該手段の他の1つの出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
10 該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
前記光分割手段のさらに他の1つの出力光を入力とするところのフォトダイオードと、
該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、
から成る発光回路。

【請求項6】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された高周波チョークコイルと、
前記半導体レーザの出力光を3分割してその1つの出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
該手段の他の1つの出力光を入力とするところの、負帰還用抵抗器を介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
20 該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
前記光分割手段のさらに他の1つの出力光を入力とするところのフォトダイオードと、
30 該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、
から成る発光回路。

【請求項7】 半導体レーザと、

該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、
前記半導体レーザの一つの端面からの出力光を2分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
40 該手段のもう一方の出力光を入力とするところのフォトダイオードと、
該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、
該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
50 該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、

から成る発光回路。

【請求項 8】 半導体レーザと、
該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された高周波チョークコイルと、
前記半導体レーザの一つの端面からの出力光を 2 分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、
該手段のもう一方の出力光を入力とするところのフォトダイオードと、
該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、
該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、負帰還用抵抗器を介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、
該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、
から成る発光回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信用の発光回路に係わり、とくにアナログ光通信の通信装置に適した発光回路に関する。

【0002】

【従来の技術】図 9 は、光ファイバ伝送路を用いてアナログ信号を伝送するときの従来の発光回路の構成例を示すブロック図である。同図に於て、半導体レーザ駆動回路 5 は、半導体レーザ 1 の出力光強度が伝送信号源 4 からの伝送信号の振幅に比例するように半導体レーザ 1 を駆動する。図 10 は、半導体レーザ 1 の特性例を示しており、駆動回路 5 からの駆動電流は（直流バイアス）＋（伝送信号）として半導体レーザ 1 に供給される。

【0003】光ファイバ結合系 3 は、半導体レーザ 1 からのレーザ出力光を信号伝送用の光ファイバ 7 へ入力し、一部をモニタ用のフォトダイオード 2 へ入力する。このような光の結合系については、例えば伊藤良一、中村道治共編「半導体レーザ・基礎と応用」、培風館 PP. 274～277 に示されている。自動出力制御回路 6 は、フォトダイオード 2 の出力電流の平均値をモニタし、これによって半導体レーザ駆動回路 5 を制御し、直流バイアス分を増減することによって、温度その他の条件によって出力光が変化しないようにする。

【0004】上記した従来技術では、半導体レーザの出力光のレベル変動を防止することはできるが、半導体レーザの雑音、半導体レーザの電気－光変換過程で生じる非線形効果による非線形歪みなどの発生を抑えることはできない。これらは、CATV 等のアナログ光ファイバ伝送系では、伝送品質に直接影響することから、特に問題となる。図 11 は、この問題を解決するための従来の発光回路の例を示すもので、図 9 の回路に、さらに光出

力に応じて帰還増幅器 9 を介して伝送信号の増幅器 8 に負帰還をかけるように構成している。このような負帰還を用いることで、電気－光変換系の非線形効果による歪みの発生を抑圧することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記した負帰還による方法では、歪抑圧効果を十分とるには大きな帰還利得が必要である。このためには大きな利得をもつ負帰還増幅器 9 を用いるが、このために負帰還ループの遅延時間が増大し、伝送信号が高い周波数になるほど位相回転量が増大して系が不安定になり易い。従って従来の方法では十分な歪抑圧ができないという問題があった。

【0006】本発明の目的は、電気－光変換過程での非線形性による歪を十分低減でき、かつ高い周波数帯域まで安定に動作するようにしたアナログ光通信用の発光回路を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、半導体レーザと、該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印加されるように接続された負帰還用抵抗器と、前記半導体レーザの出力光を 2 分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、から成る発光回路を開示する。

【0008】上記の目的を達成するために、本発明ではさらに、半導体レーザと、該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、前記半導体レーザの一つの端面からの出力光を光ファイバへ導く光結合手段と、前記半導体レーザのもう一つの端面からの出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、から成る発光回路を開示する。

【0009】上記の目的を達成するために、本発明ではさらに、半導体レーザと、該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、前記半導体レーザの出力光を 3 分割してその 1 つの出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、該手段の他の 1 つの出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、該アバランシ

ェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、前記光分割手段のさらに他の1つの出力光を入力とするところのフォトダイオードと、該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、から成る発光回路を開示する。

【0010】上記の目的を達成するために、本発明ではさらに、半導体レーザと、該半導体レーザのカソードにその一端が接続され、その他端と前記半導体レーザのアノードとの間に駆動信号が印刷されるように接続された負帰還用抵抗器と、前記半導体レーザの一端面からの出力光を2分割してその一方の出力光を光ファイバへ導く光分割手段と、該手段のもう一方の出力光を入力とするところのフォトダイオードと、該フォトダイオードの出力電流に応じて前記半導体レーザの出力光レベルが一定となるように制御する自動制御手段と、該手段のもう一方の出力光を入力とするところの、高周波チョークコイルを介して直流バイアス電流が印加されたアバランシェフォトダイオードと、該アバランシェフォトダイオードのアノードと前記半導体レーザのカソード間に挿入されたコンデンサと、から成る発光回路を開示する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。図1(a)は、本発明になる発光回路の第1の構成例を示すものである。同図に於て、半導体レーザ駆動回路5により駆動された半導体レーザ1からの出力光は、図9の従来構成と同様に光ファイバ結合系3経由で光ファイバ7へ供給されるが、その一部はアバランシェフォトダイオード10へ入力される。アバランシェフォトダイオード10は、逆バイアス電源14により高周波チョークコイル13を介して逆バイアス電圧が印加され、これによって入射光により発生した光電子を増倍する。この増倍により生じた電流の高周波成分は、コンデンサ12を介して、半導体レーザ1と直列接続された帰還用抵抗器11に流れ、半導体レーザ1の出力光に対して負帰還作用を生じる。

【0012】図1(b)は、上記図1(a)の等価回路であり、V1は伝送信号、R1は帰還用抵抗器11の抵抗値、R2は半導体レーザ1の近似的内部抵抗である。また η は、スロープ効率、即ち域値以上で電流増加に対する光出力増加の割合を示す係数と、アバランシェフォトダイオード10の光電気変換効率と、半導体レーザ1の出力光の内のアバランシェフォトダイオードへ入射する光の割合との3つの量の積で定まる無次元量である。この図1(b)の等価回路から、半導体レーザ1に流れる電流I1を計算すると、

【数1】 $I1 = V1 / (R1 + R2) / (1 + \beta)$

$\beta = \eta \cdot (R1 / (R1 + R2))$

が容易に求められる。従って帰還率は(数1)の β となるから、とくにアバランシェフォトダイオード10の光

電気変換効率を大きくとることによって十分な負帰還の利得が実現でき、歪みの抑圧に効果がある。しかも、従来技術のように問題となるような遅延を生じる素子を含んでいないので、高い周波数に於いても安定な光出力を得ることができる。

【0013】図2は、本発明の発光回路の第2の構成例を示すもので、図1(a)の帰還用抵抗器11と高周波チョークコイル13とを入れ替えたものである。アバランシェフォトダイオード10の逆電圧が帰還用抵抗器11を通して印加され、半導体レーザ1の駆動電流のうち直流バイアス分が高周波チョークコイルを流れるが、交流等価回路は図1(b)と同じであり、ほぼ同様に動作する。

【0014】図3は、本発明発光回路の第3の構成例を示すものである。一般的に、半導体レーザの発光部はその両端にいずれからも光出力を取り出すことができる。そこで、その一端面を光ファイバ結合出力とし、他方を光出力モニタ用アバランシェフォトダイオード10に直接結合することによって第一の構成例(図1(a))と同様の機能をもつ回路を実現したものである。半導体レーザ出力光の分割方法としては、光をいったん光ファイバに結合してから、1×2スターカプラで分割することも可能であるが、この場合は光学的な遅延が生じ、高い周波数で位相が回転して動作が不安定となることがあり得る。しかしこの図3の構成によれば、帰還系の光学的な遅延をも最小にすることができるため、より高い周波数まで安定な動作が可能となる。

【0015】図4は、本発明発光回路の第4の構成例を示すもので、前記図3の構成に於いて、帰還用抵抗器11と高周波チョークコイル13とを入れ替えた構成となっている。これは、図1(a)と図2の構成の関係と同様であって、この場合も図3と同様な効果が得られる。

【0016】図5は、本発明発光回路の第5の構成例を示すもので、図1(a)の第1の構成例に、平均光出力モニタフォトダイオード2及び自動出力制御回路6を追加し、モニタ用フォトダイオード2にもレーザ光出力を結合したものである。図1(a)の構成では、温度その他の影響による平均光出力の変動が、従来例(図11)に比べて大きくなる可能性がある。しかし図5の構成によると、温度その他の影響による平均光出力の変動が、上記従来例と同程度に抑えられ、かつ図1(a)の構成で得られる改善効果はほぼそのまま維持される。

【0017】図6は、本発明になる発光回路の第6の構成例を示すもので、図5に於いて、帰還用抵抗器11と高周波チョークコイル13とを入れ替えたものである。これも図1(a)と図2の構成例の関係と同じく、図5の場合とほぼ同様に動作する。

【0018】図7は、本発明になる発光回路の第7の構成例を示すもので、半導体レーザの発光部の一端面を光ファイバ結合出力、及び平均出力モニタ用フォトダイオ

ード2への結合出力とし、他端面を光出力モニタ用アバランシェフォトダイオード10に直接結合することにより図5と同様な構成を実現したものである。本構成例によれば、帰還系の光学的な遅延をも最小にすることができ、より高い周波数まで安定な動作が可能となり、温度その他の影響による平均光出力の変動も、従来例と同程度に抑えられる。

【0019】図8は、本発明になる発光回路の第8の構成例を示したもので、図7にて帰還用抵抗器11と高周波チョークコイル12を入れ替えたもので、同様な効果が得られる。

【0020】

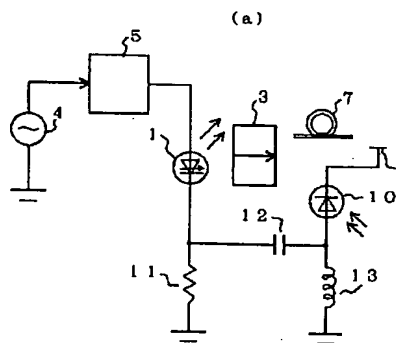
【発明の効果】本発明によれば、半導体レーザの電気-光変換過程で生じる非線形効果による非線形歪みが減少し、かつ、高い周波数まで安定に動作するため、歪み、雑音の少ない高性能のアナログ光ファイバ伝送系の構築が可能になるという効果がある。さらに、従来と同様の平均光出力にもとづく自動制御を併用することで、温度その他の外部環境の影響が減少するため、さらに信頼性の高いアナログ光ファイバ伝送系の構築が可能になると

【図面の簡単な説明】

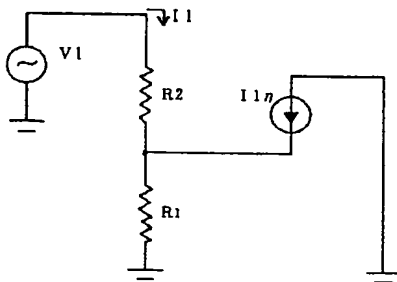
【図1】本発明発光回路の第1の構成例を示す図である。

【図2】本発明発光回路の第2の構成例を示す図である。

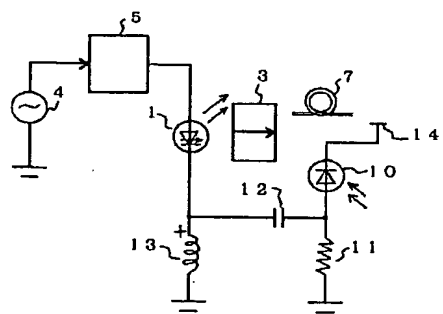
【図1】



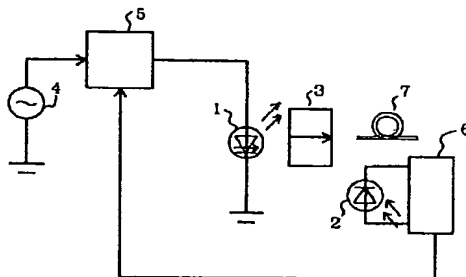
(b)



【図2】



【図9】



【図3】本発明発光回路の第3の構成例を示す図である。

【図4】本発明発光回路の第4の構成例を示す図である。

【図5】本発明発光回路の第5の構成例を示す図である。

【図6】本発明発光回路の第6の構成例を示す図である。

【図7】本発明発光回路の第7の構成例を示す図である。

【図8】本発明発光回路の第8の構成例を示す図である。

【図9】従来の発光回路の例を示す図である。

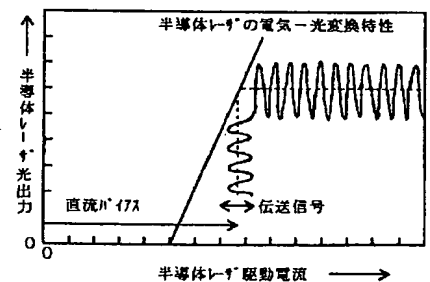
【図10】半導体レーザの出力特性の説明図である。

【図11】従来の発光回路の別の例を示す図である。

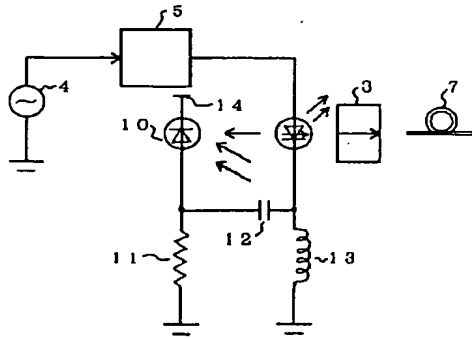
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 フォトダイオード
- 5 半導体レーザ駆動回路
- 6 自動出力制御回路
- 7 光ファイバ
- 10 アバランシェフォトダイオード
- 11 負帰還用抵抗器
- 12 コンデンサ
- 13 高周波チョークコイル

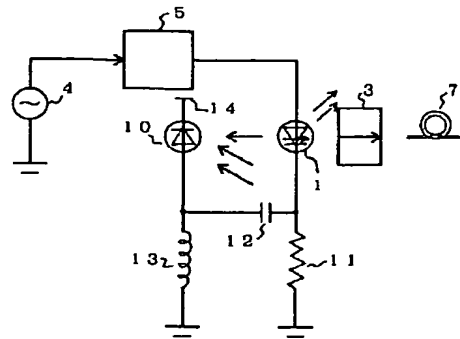
【図10】



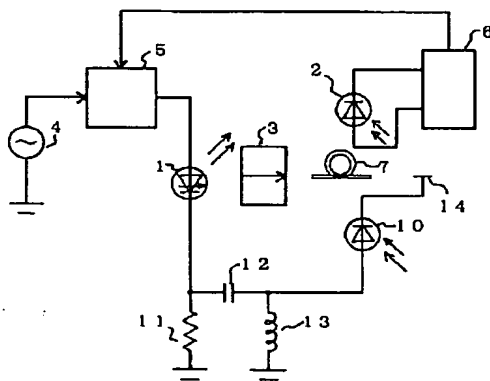
【図 3】



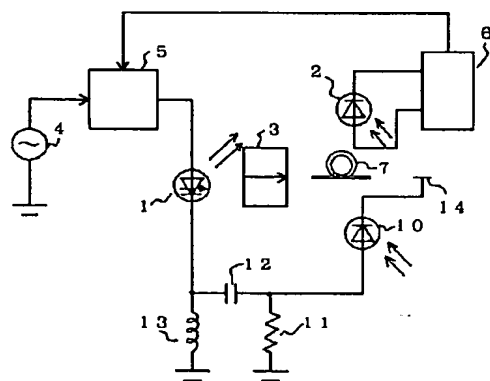
【図 4】



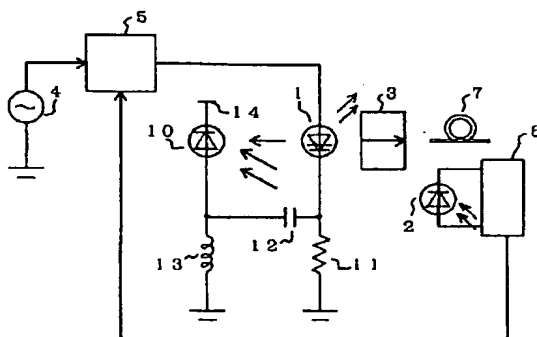
【図 5】



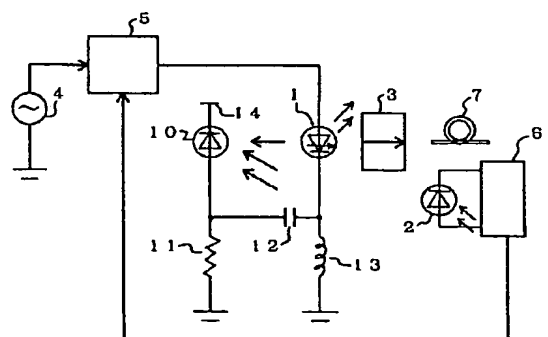
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 11】

